



## 天电光电 EMC3020 产品 A75 球泡灯参考设计

## LightningEMC 3020LED A75 Bulb Reference Design

### 目录 Table of contents

|  |   |
|--|---|
| 简介 Introduction.....                                 | 1 |
| 灯具规格需求 Define lighting requirements.....             | 2 |
| 设计目标 Define design goals.....                        | 2 |
| 整灯方案规划 Estimate system efficiency.....               | 2 |
| 确定 LED 型号及数量 Calculate the number of LED needed..... | 2 |
| 散热方案设计 Thermal requirements.....                     | 3 |
| 驱动电源 Driver.....                                     | 5 |
| 二次光学配件 Secondary optics .....                        | 5 |
| 样灯完成及测试结果 Prototyping and test results.....          | 6 |
| BOM 表估算 Bill of materials.....                       | 8 |
| 结论 Conclusion.....                                   | 9 |

### 简介

本参考设计手册系统描述了如何应用天电光电EMC系列3020LED产品来制作75W球泡灯。3020LED产品可以提供卓越的光电性能并大幅降低灯具系统成本。所制作的球泡灯可广泛应用于各种室内应用，涵盖家居及商用照明等。天电光电3020LED产品提供良好的大电流驱动性能，低热阻，单颗功率可以达到1W，是制作球泡灯的最佳LED光源之一。同时，在台灯，吸顶灯及筒灯应用里也有非常大的优势。

### Introduction

This application note details the design of a 75 W LED bulb lamp using TDEMC 3020 LED. The 3020 LED offers industry-leading performance and reduces system cost sharply. LED bulb lamps are widely used in various indoor and outdoor applications, residential and commercial lighting applications, etc. TDEMC 3020 LED provides good performance for over-current drive, low thermal resistance, and can achieve 1W, which is the best candidate for use in a bulb lamp. Meanwhile, there is a great advantage in desk lamp, ceiling light and down light applications.



## 灯具规格需求

| 重要性 | 指标         | 单位 |
|-----|------------|----|
| 关键  | 光通量        | lm |
|     | 整灯功率       | W  |
|     | 色温         | K  |
|     | 功率因数       | /  |
|     | 寿命 (L70)   | H  |
|     | 显色指数       | /  |
| 重要  | 价格         | \$ |
|     | 工作温度       | °C |
|     | 调光         | /  |
|     | 外形尺寸       | /  |
|     | 产品一致性      | /  |
|     | 生产能力 (工艺性) | /  |

## 设计目标

本次设计需要达到以下参数目标:

| 参数   | Min.     | Typ. | Max. | Unit |
|------|----------|------|------|------|
| LED  |          | 14   |      | PCS  |
| 光输出  | 945      | 1050 | 1155 | lm   |
| 功率   |          | 14   | 15   | W    |
| 寿命   | 25,000   |      |      | H    |
| 色温   |          | 2700 |      | K    |
| 显色指数 | 80       |      |      | /    |
| 功率因数 | 0.9@220V |      |      | /    |
| 光效   | 70       |      |      | lm/W |

## 整灯方案规划

本次参考设计务求通过较低的温度、较高的光学效率、较高的电源效率来达到设计目标。

### ◆LED 选型及方案

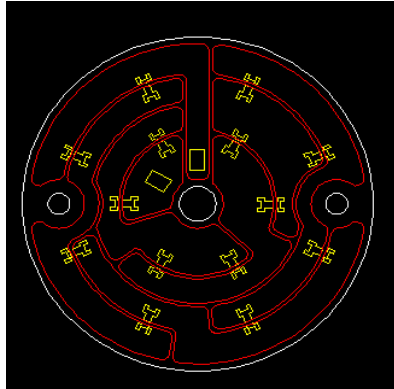
| LED  | V <sub>F</sub> (V) | Operate current(mA) | Luminous Flux(lm) @T <sub>j</sub> =25°C |      | Flux @T <sub>j</sub> forecast(lm) 85°C |       | Flux @optical loss (90%) |      | Flux@Ripple loss (99%) |       | LED quantity | Total Luminous Flux(lm) |
|------|--------------------|---------------------|---|------|--|-------|--------------------------|------|------------------------|-------|--------------|-------------------------|
|      |                    |                     | Min.                                    | Typ. | Min.                                   | Typ.  | Min.                     | Typ. | Min.                   | Typ.  |              | Typ.                    |
| 3020 | 6~6.2V             | 160                 | 90                                      | 97.6 | 79.2                                   | 85.89 | 71.28                    | 77.3 | 70.57                  | 76.53 | 14           | 1071                    |



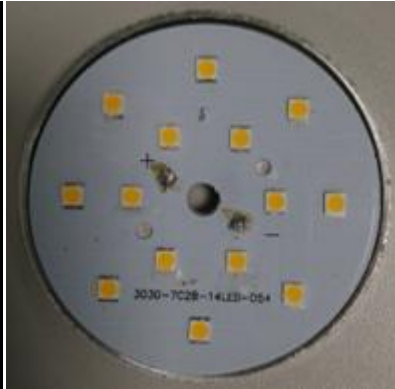
从上面表格可以看出，采用我司3020LED（6.0-6.2V,160mA, typ.97.6lm）14颗即可以达到光通量1071lm。单颗LED功率0.976W，LED灯板总功率13.66W，假设电源效率为92%，整灯功率14.8W。整灯光效可以达到 $1071/14.8=72\text{lm/W}$ 。

## ◆LED on PCB (Level 2)

从LED选型及方案可以计算出需要14pcs 3020LED,在铝基板layout时，结合电源设计及输出电流考虑，我们用2并7串方式进行布线，所以电源需要输出恒流典型值为320mA。



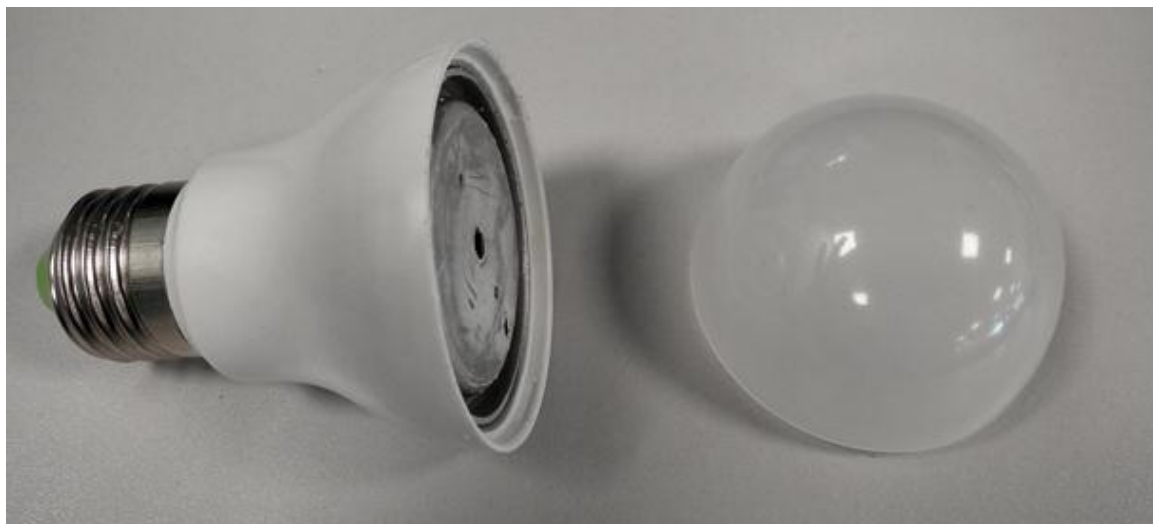
MCPCB Layout



LED on PCB (level 2)

## ◆散热方案

LED灯80%以上的输入电能转化为热，其余20%转化为光，所以需要一个好的散热系统来保证灯具长期可靠运行。本LED球泡灯为替代传统75W LED球泡灯而设计，总功率14.8W左右，有11.8W左右功率会转换成热量。我们的散热器选用星焯星照明的12W塑包铝及雾化泡壳套件，可以保证LED充分散热。



结构散热套件

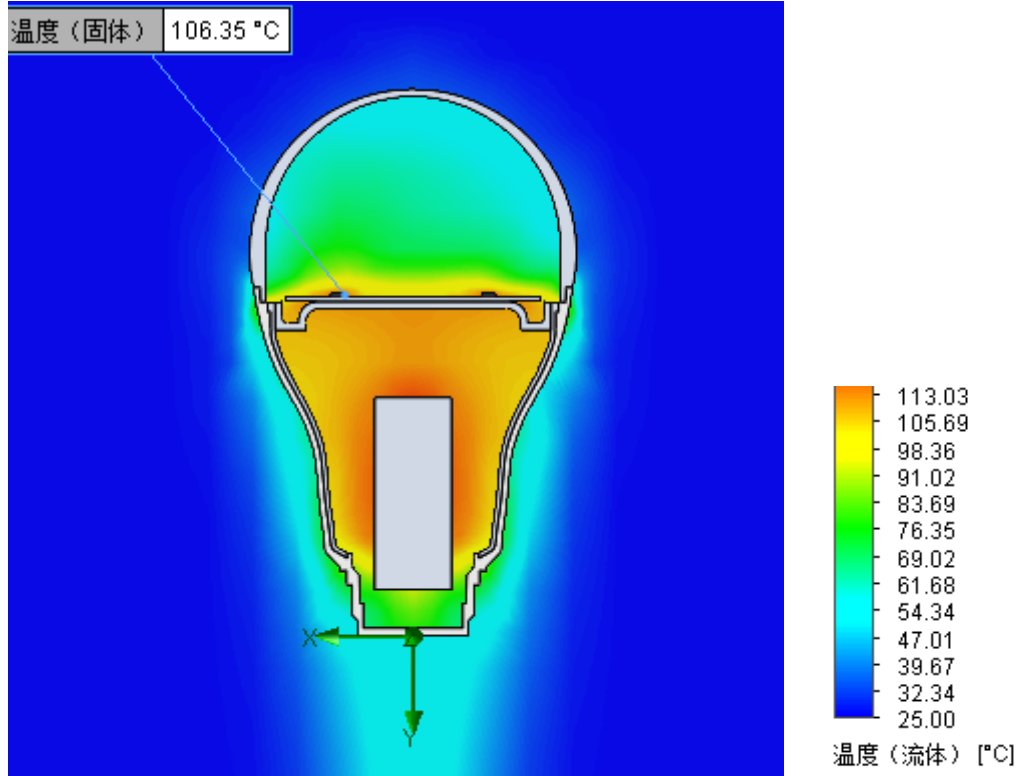


◆热模拟:

环境温度：25℃

散热器材料：AL6063&PBT

LED功率：13.66W 电源总功率：1.14W



经过模拟，LED焊点温度为**106.35℃**。

从LED规格书查出相关信息如下：

| Item                 | Symbol                  | Value   | Unit |
|----------------------|-------------------------|---------|------|
| Junction Temperature | T <sub>j</sub>          | 115Max. | ℃    |
| ThermalResistance    | (R <sub>th j-sp</sub> ) | 19Typ.  | ℃/W  |

$$\begin{aligned}
 T_j &= T_s + P_{LED} \times R_{th\ j-sp} \\
 &= 106.35 + 0.976 \times 19 \\
 &= 124.894^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

从以上计算可以看出，LED结温在环境温度25℃下，模拟结果为124.894℃，超过规格书里标示的最大值115℃，所以此散热器可以不能承受我们要求的整灯14W功率，最多只能承受12W。



地址：深圳市宝安区石岩街道应人石社区文韬科技园 B 栋  
 ADD: Building B, WenTao Technological Park, Yingrenshi Community, Shiyan Street, Baoan District, Shenzhen, China  
 网址 WEB: www.tdled.com 电话 TEL: +86-755-86265888; 传真 FAX: +86-755-27358431

### ◆TM-21 LED寿命估算:

基于灯珠的可靠性测试结果 (HTOL:  $T_s=105^{\circ}\text{C}$  operation at typical current), 其表现如下:

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 250H   | 500H   | 750H   | 1000H  |
| 98.63% | 96.74% | 96.24% | 95.51% |

计算过程:

从上表数据得到1000小时光衰为 $100\%-95.51\%=4.49\%$ , LED寿命表征为光通量衰减到初始值的70%时的时间 $L_{70}$ , 根据 $L_{70}/1000=30/3.7$ , 得到:

$$L_{70}=6535\text{h} \quad (T_s=105^{\circ}\text{C})$$

根据温度每降低 $10^{\circ}\text{C}$ , LED的寿命增加一倍的经验估算:

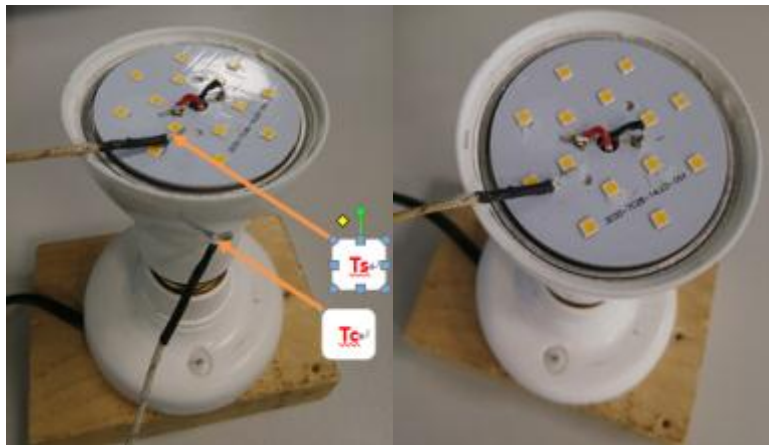
$$\text{If } T_s=95^{\circ}\text{C}, L_{70}=13070\text{h};$$

$$\text{If } T_s=85^{\circ}\text{C}, L_{70}=26140\text{h}$$

当然, 整灯寿命除由LED光源决定外, 还受到电解电容限制, 经测试得出电解电容温度是 $80.8$ 度, 为获得高寿命, 可选择RUBYCON的电解电容, 电容额定温度 $105$ 度,  $6550$ 小时, 用RUBYCON的公式计算后可以保证电解电容寿命大于 $25000$ 小时。

综上, 若要寿命达到 $25000\text{h}$ 以上,  $T_s$ 必须控制在 $85^{\circ}\text{C}$ 以下。

### ◆热测试:



测试条件:

环境温度:  $30^{\circ}\text{C}$

驱动电流:  $320\text{mA}$

整灯功率:  $14.6\text{W}$

测试结果:

| 室温 ( $^{\circ}\text{C}$ ) | $T_s$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|---------------------------|------------------------------|
| 30.0                      | 102.1                        |

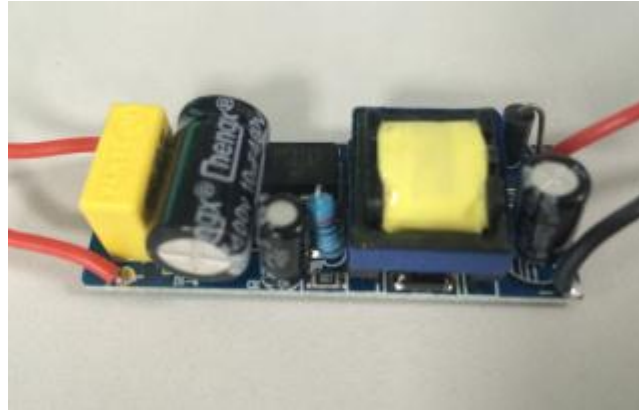
注: 如果有需要, 可以多测试几个焊点温度, 这样可以知道铝基板上温度分布情况。

实际测试发现,  $T_s$ 温度过高, 无法满足 $3000\text{hrs}$ 的寿命要求。



## ◆电源方案

结合本次的参考设计灯具实际使用情况，技术要求和设计目标，我们选择睿达电子有限公司的 10-15W 球泡驱动模块来配套使用。



驱动电源外观图

电源主要性能参数：

| 项目         | 参数            |
|------------|---------------|
| 工作电压范围 (V) | AC 90-264V    |
| 输入电流 (mA)  | 75 Max. @220V |
| 效率 (%)     | 80% Min.      |
| 功率因数       | 0.9Typ.       |
| 输出电流 (mA)  | 320mA+/-10%   |
| 输出电压 (V)   | 24-48V        |
| 输出功率 (W)   | 15W Max.      |
| 工作温度 (°C)  | -10-60        |
| 存储温度 (°C)  | -20-80        |

## ◆二次光学

我们同样选择星焯星照明有限公司的雾化泡壳光学套件来配套我们的散热器。



雾状高透光率PC泡壳，透光率达到90%以上。

## 样灯完成及测试结果

### ◆ 组装样灯（电源进行硅胶灌封）



装电源及灯头装散热器



涂导热硅脂及固定灯板装泡壳

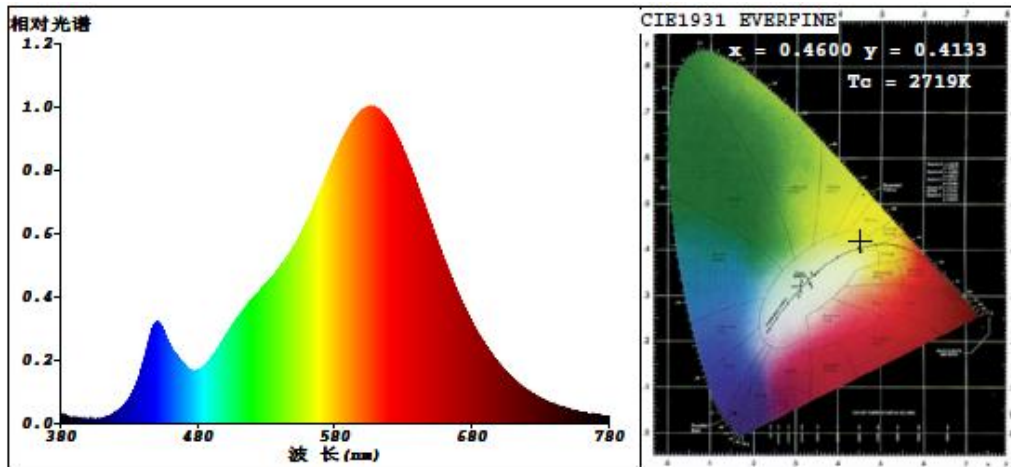
### ◆ 测试结果：

| 光通量 (lm) | 色温 (K) | 显指   | R9 | 整灯功率 (W) | 功率因数  | 输出电流 (mA) | 输出功率 (W) | 电源效率 (%) | 光效 (Lm/W) |
|----------|--------|------|----|----------|-------|-----------|----------|----------|-----------|
| 833.3    | 2719   | 81.8 | 1  | 14.6     | 0.968 | 320       | 13.59    | 92.8     | 56.92     |

从结果可以看出，由于LED结温偏高，导致实际光通量低于设计指标。整灯光效及寿命预估都无法达到要求。除选用LED结构件散热有待优化之外，若客户基于成本考量，选用类似主流结构散热件制作A-Bulb替代75W白炽灯产品，我们不建议使用此款3020LED，推荐使用天电3030产品。



地址：深圳市宝安区石岩街道应人石社区文韬科技园 B 栋  
 ADD: Building B, WenTao Technological Park, Yingrenshi Community, Shiyan Street, Baoan District, Shenzhen, China  
 网址 WEB: www.tdled.com 电话 TEL: +86-755-86265888; 传真 FAX: +86-755-27358431



### 颜色参数:

色品坐标:  $x=0.4600$   $y=0.4133$  /  $u'=0.2614$   $v'=0.5284$   
 相关色温:  $T_c=2719K$  主波长:  $\lambda_d=583.8nm$  色纯度:  $Purity=62.2\%$   
 红色比:  $R=26.6\%$  峰值波长:  $\lambda_p=606.8nm$  半宽度:  $\Delta\lambda_d=119.7nm$   
 显色指数:  $Ra=81.8$   
 **$R1=80$   $R2=91$   $R3=96$   $R4=79$   $R5=80$   $R6=89$   $R7=82$**   
 **$R8=57$   $R9=7$   $R10=79$   $R11=78$   $R12=74$   $R13=82$   $R14=99$   $R15=72$**

### 光度参数:

光通量  $\Phi_v = 1131 lm$  光效:  $0.00 lm/W$  辐射通量  $\Phi_e = 3.522 W$

### 电参数:

电压  $V = 9.332 V$  电流  $I = -0.1358 mA$  功率  $P = -1.267 mW$  功率因数  $PF = 1.000$

## BOM表估算

预估整灯成本为RMB19.41(USD3.13)

| 序号    | 组件     | 供应商   | 材料/型号            | 数量 | 单位  | 预估价格  |
|-------|--------|-------|------------------|----|-----|-------|
| 1     | LED    | 天电光电  | 3020 0.8W 2700K  | 14 | pcs | 5.56  |
| 2     | 铝基板    | 和合信   | T=1.2mm          | 1  | pcs | 0.80  |
| 3     | 泡壳     | 星焯星照明 | PC, 雾状           | 1  | pcs | 1.35  |
| 4     | 散热平台   | 星焯星照明 | AL1060           | 1  | pcs | 0.6   |
| 5     | 外壳     | 星焯星照明 | PC, 白色塑料+ AL1060 | 1  | pcs | 2.8   |
| 6     | 电源     | 睿达电子  | 14W 恒流电源         | 1  | pcs | 8.0   |
| 7     | E27 灯头 | 天纳大功率 | E27, 免焊          | 1  | pcs | 0.15  |
| 8     | 其他     |       | 导热硅脂、导线、螺钉等      | 1  | pcs | 0.15  |
| Total |        |       |                  |    | RMB | 19.41 |





地址：深圳市宝安区石岩街道应人石社区文韬科技园 B 栋

ADD: Building B, WenTao Technological Park, Yingrenshi Community, Shiyan Street, Baoan District, Shenzhen, China

网址 WEB: [www.tdled.com](http://www.tdled.com)

电话 TEL: +86-755-86265888; 传真 FAX: +86-755-27358431

## 结论

- 此次参考设计是关于一款1050lm，替代75W白炽灯的LED球泡；
- 所用LED为天电光电EMC系列3020贴片LED 14颗（2并7串）；
- 所用散热器套件为公模产品，塑包铝材料，散热效果一般只能承受12W；
- 实测LED焊点温度在102度左右，难以保证LED寿命在25000小时以上，如需降低焊点温度，需要增加散热面积；
- 雾状高透光率PC泡壳，透光率达到90%以上；
- 测试结果无法达到最初设计目标，LED选型建议3030；
- 如达到性能要求，整灯成本要提高，即超过RMB20.0元；